

# 18. Системи

Проф. д-р Емил Хаджиколев

# Система

- Програмите, компютърните устройства и много други обекти от реалния свят могат да бъдат разглеждани като системи.
- Общи знанията за системите могат да ни дадат решения при разработката на конкретни системи, в частност (по-сложни) приложения.
- Като система може да се разглежда всяко нещо, което се състои от елементи, които си взаимодействват.

# Видове системи (1)

- **Информационни системи:**
  - Компютърна **операционна система** – Windows, macOS, Linux, Android.
  - **Интернет**, като мрежата от уеб сайтове, сървъри, протоколи за комуникация...
  - **Софтуерни системи** – софтуерни приложения...
- **Физически системи:**
  - **Атом** – съставен от електрони, протони, неutronи (те също се състоят от по-елементарни частици, които не познаваме в цялостност).
  - **Слънчевата и други звездни системи, галактика, Вселена...**
  - **Електрическа система** – електроцентрали, преносни мрежи, домашни електрически инсталации...
  - **Транспортна система** – автомобили, пътища, железопътни линии...
- **Биологични системи:**
  - **Човешкия организъм** – състои от органи, които си взаимодействат, но може да се разглежда и като съвкупност от подсистеми – храносмилателна, кръвоносна, дихателна, нервна...
  - **Екосистема** – животни, растения, физическа среда...

# Видове системи (2)

- **Социални системи:**
  - Образователна система – учебни институции, учители, ученици...
  - Политическа система...
  - Държава, град, семейство...
- **Производствени системи:**
  - Производствена система – поточни линии, фабрики...
  - Система за снабдяване – с всички необходими ресурси и средства.
- **Комуникационни системи:**
  - Телефонна мрежа, включително фиксирани и мобилни телефони.
  - Системи за съобщения и социални медии – Facebook, WhatsApp и др.
- **Духовни (абстрактни) системи: религиозни и философски системи.**
- **Езикови системи: естествени езици; изкуствени езици, включително езици за програмиране; морзова азбука, жестомимичен език; езици, които не разбираме (на: птици; делфини, китове и други водни същества; животни и др.)**
- И др.

# Определение за система

- Общо определение: **Набор от елементи, които са взаимосвързани и взаимодействат с цел постигане на определени цели или функции.**
- Математически една **система S** може да се представи като комбинация от **множество от елементи E = {e<sub>1</sub>, e<sub>2</sub>,... e<sub>n</sub>}** и **множество от правила R= {r<sub>1</sub>, r<sub>2</sub>,... r<sub>m</sub>}**, за взаимодействие: **S = {E, R}**.

*В различни конкретни области има специфични определения.*

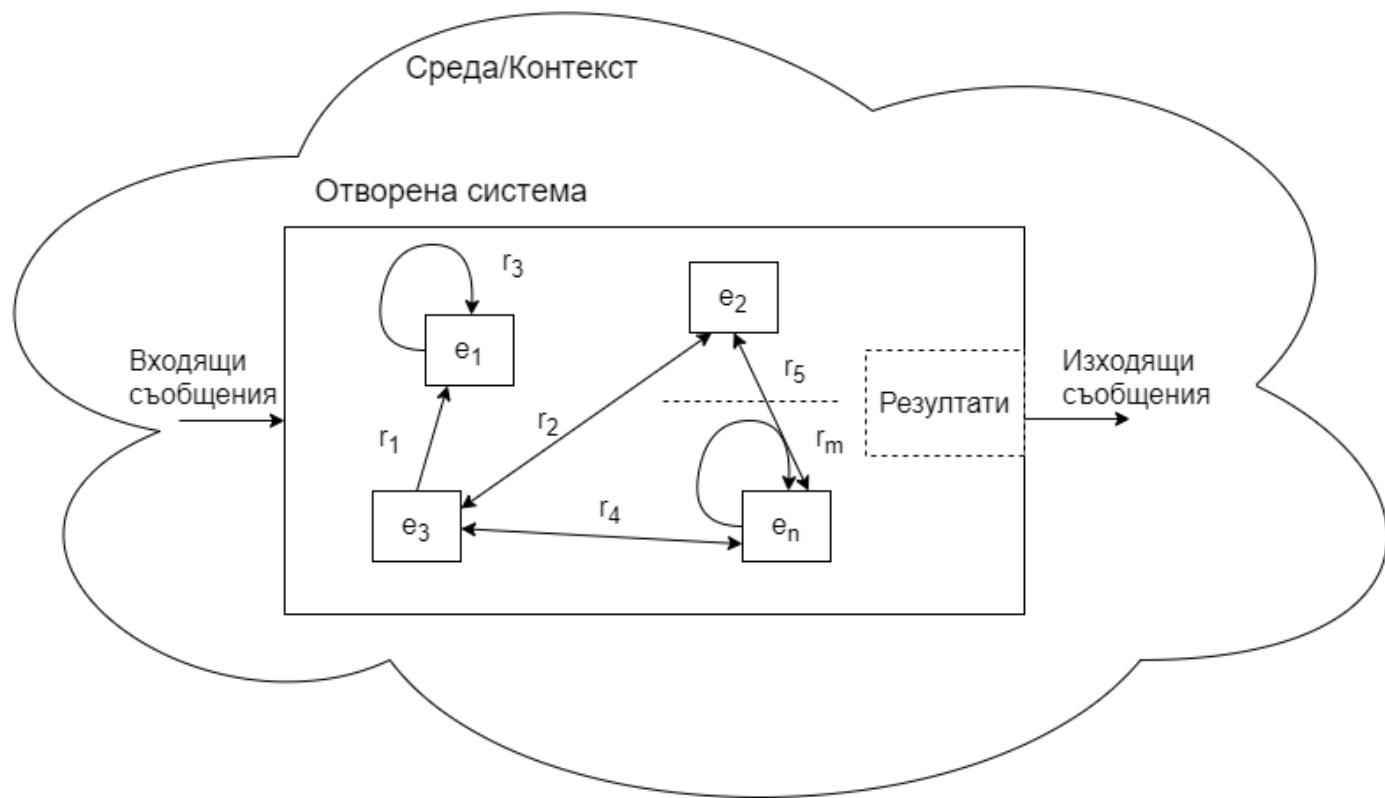
# Обща теория на системите

- Представлява общ подход за разглеждане на всякакви системи.
- Създава се през 20-ти век.
- Няма цялостна завършена теория, но са изследвани множество аспекти на системите.
- Основни автори:
  - Лудвиг фон Берталанфи: предлага цялостен научен подход за разглеждане на системите.
  - Норберт Винер: създава основите на Кибернетиката, наука за управление на системите (машини, живи организми и социални структури).
  - и др.

# Видове системи, според взаимодействието им с външната среда

- **Отворени системи** – взаимодействат си с външната среда, като:
  - получават входни данни от нея (чрез сензори);
  - изпълняват процеси;
  - получават резултати;
  - връщат информация към външната среда (чрез ефектори).
- **Затворени системи** – не си взаимодействат с външната среда.
  - Нямаме познати напълно затворени системи (евентуално Вселената е затворена система).

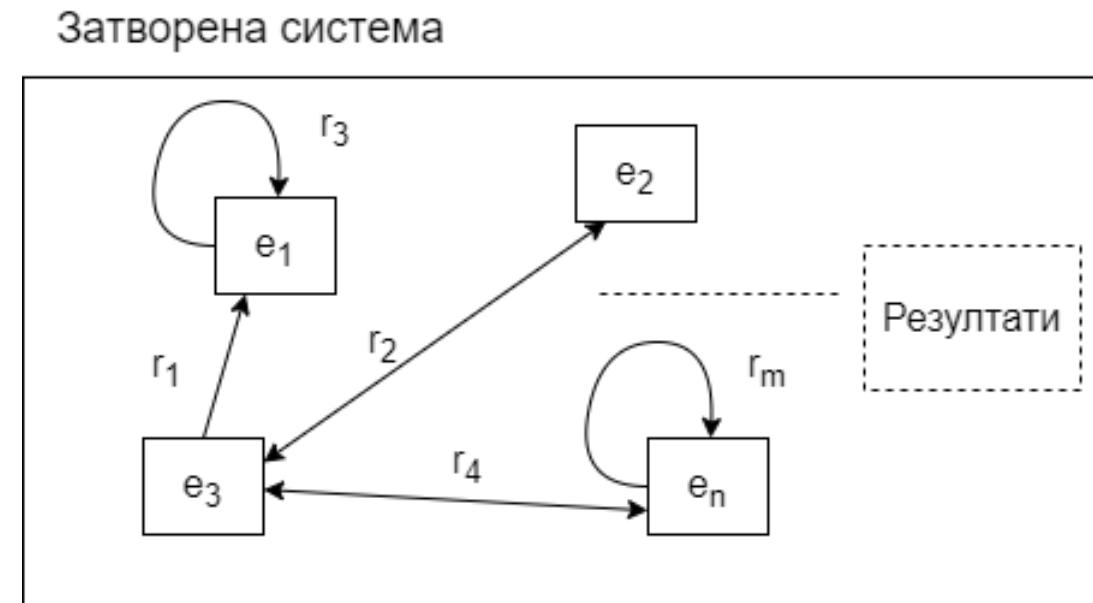
# Диаграма на отворена система



- Към една отворена система може да постъпват различни входящи съобщения.
- Елементите обработват данните от съобщенията.
- Получават се резултати, които може да се ползват от системата и ...
- ... резултатите може да се предадат като изходящи съобщения към средата.
- Може да има различни по тип податели на входни съобщения и различни получатели на изходните съобщения.

# Диаграма на затворена система

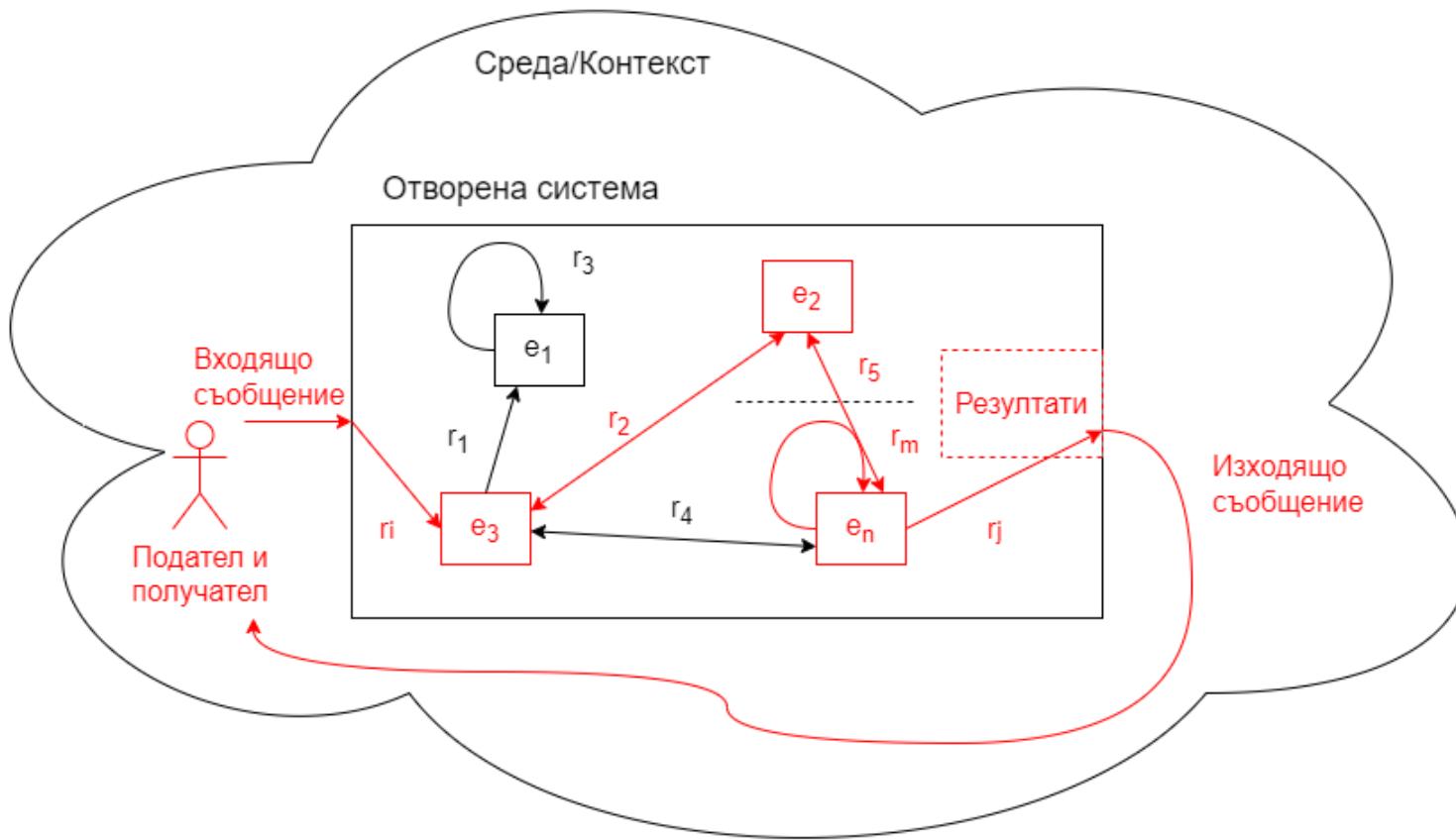
- При затворените системи също се получават резултати от работата.
- Всички дейности се инициират от вътрешни елементи и резултатите от тях се получават от други елементи в системата.



# Процеси в системата

- Процесът е набор от взаимодействия между елементи, които системата извършва за постигане на определена цел или функция.
- В една система може да се изпълняват множество процеси последователно или едновременно.

# Примерен процес в отворена система *(в червено)*



- В даден процес може да участват само някои елементи;
- Представили сме и допълнителни правила за получаване на входящо съобщение и за предаване на изходящо съобщение.
- Подателят и получателят са един и същи човек от външната среда.
- Ако се разгледат специализираните възможности на елементите:  $e_3$  е сензор (sensor), а  $e_n$  – ефектор (елемент за изход към средата, задвижващ елемент, actuator).

# Програмата като система (1)

- **Елементи:** организирани във файлове, библиотеки, бази от данни и др.
- **Входни данни:** от потребителя или други външни източници
- **Изходни данни:** като резултат от изпълнението на различни действията.
- **Обратна връзка:** към потребителя, чрез съобщения за резултати или грешки и др.
- **Процеси:** Изпълнени с цел предоставяне на резултати.
- **Управление и контрол:** отговоря за правилното изпълнение на процесите, обработката на грешки и взаимодействието с потребителите.
- **Цели и функции:** специфични за всяка програма.
- **Структура:** модули, класове, функции и др. елементи.
- **Архитектура:** описваща структурата и взаимодействието между компонентите.
- **Моделиране и симулации:** използвани за анализ, тестване и оптимизация на системата.

# Програмата като система (2)

- **Съхранение на данни:** методи за съхранение и управление на работата с данните
- **Сигурност:** защита от злонамерени атаки, чрез контрол на достъпа, криптиране и защита на данните и др.
- **Скалируемост:** възможност за разширяване при нарастване на броя потребители, на обема данни и натоварването.
- **Поддръжка:** отстраняване на грешки, добавяне на нови функционалности и др.
- **Интеграция:** с други приложения и системи.
- **Тестване и валидация:** за осигуряване на качеството, надеждност, издръжливост, сигурност и др.
- **Документация:** техническа документация, ръководства за потребителите, коментари в кода и др.
- **Устойчивост:** способност за възстановяване от смущения или аварии, чрез резервни копия, репликация на данни и др.

# Класификация на системите според начина, по който ги ползваме

- Може да се интересуваме от това как са изградени системите, които ползваме, но по-често е обратно – не се интересуваме от вътрешната им структура и какви точно процеси се изпълняват.
- **От гледна точка на ползувателя**, използваме системите като
  - **Черна кутия** – подаваме входни данни и получаваме резултат, без да се интересуваме от елементите и взаимовръзките между тях.
  - **Бяла кутия** – важно е да знаем изграждащата структурата и взаимовръзките в системата, за да получаваме по-ефективни резултати.

# Други класификации на системите (1)

- **По природа:**
  - физически
  - абстрактни
- **По произход:**
  - естествени – съществуващи в природата;
  - изкуствени – създадени от човека (предимно).
- **Според структура на елементите:**
  - прости – елементите се разглеждат като черни кутии;
  - сложни – елементите може да се разглеждат като системи.
- **По предсказуемост на резултатите:**
  - детерминирани – има ясно определени зависимости между елементите; еднакви резултати при еднакви входни данни;
  - стохастични – със никаква степен на случайност/неопределеност на крайния резултат.
- **По време:**
  - статични – не се променят с времето.
  - динамични – променят се с времето и могат да имат различни състояния и поведение в различни моменти.

# Други класификации на системите (2)

- **По степен на организираност:**
  - **добре организирани** – детерминирани; повечето софтуерни приложения са такива; има ясна последователност и йерархичност във взаимодействията;
  - **слабо организирани** (дифузни) – няма силни зависимости между елементите;
  - **самоорганизиращи се** – елементите имат свободна воля (в някаква степен).
- **По мащаб и размери:**
  - **макросистеми** – с множество елементи и функции.
  - **микросистеми** – с ограничен брой компоненти.
- **По начин на управление:**
  - **автоматизирани** – с автоматични механизми за измерване, управление и контрол.
  - **ръчни** – управлявани от човек.
- **По физическо разположение и разпределение:**
  - **централизирани** – всички компоненти и ресурси са концентрирани на едно място.
  - **разпределени** – компонентите и ресурсите са разпределени на различни места и комуникират помежду си (облачни услуги, разпределени бази данни и др.).
- и др.

# Роли на елементите в системата

- Ролята на елемент определя дейностите, които елементът изпълнява в една система.
- Може да има няколко елемента с една и съща роля.
- Един елемент може да има различни роли в различни процеси и като участник в различни системи.
  - студент, работник, дете, родител...

# Роли в софтуерна система

- **Източници на данни:** генерираят или предоставят входни данни за системата (сензори, датчици, потребители и други системи).
- **Обработващи елементи:** обработка и анализират на входните данни;
- **Съхраняващи елементи:** за съхранение и управление на данни.
- **Комуникационни елементи:** осигуряват връзка и комуникация между различните части на системата (мрежови устройства, протоколи за комуникация, интерфейси).
- **Управляващи елементи:** вземат решения, изпращат команди и следят статуса на системата.
- **Интерфейсни елементи:** отговарят за взаимодействието с потребителите или други системи (GUI, API-та и др.)
- **Зашитни елементи:** осигуряват сигурността на системата;
- **Регулаторни елементи:** следят и регулират работата на системата.
- **Аналитични и отчитащи елементи:** анализ на данни и генериране на отчети.
- **Служители и оператори:** хора, със специфични роли и отговорности – важна част от работата с някои софтуерни системи.
- и др.

# Свойства на системите (1)

- **Цялостност, интегрираност (интегритет)** – системата обединява взаимодействащи си елементи в единно цяло, което може да съществува самостоятелно.
- **Йерархичност** – елементите на системата може да се разглеждат като подсистеми и всяка система може да участва като елемент в изграждането на над-системи.
- **Синергия** – постигнатите от системата резултати (в идеалния случай) са по-големи от сумата на отделните резултати на елементите.
- **Взаимосвързаност** – измененията в някои елементи на системата, водят до изменения на други елементи и системата като цяло.
- **Адаптивност** – възможност на системата да се променя във времето, за да продължи да изпълнява целите си.
- **Интерактивност** – взаимодействие с околната среда или други системи.
- **Целенасоченост** – системата има една или повече цели.
- **Сигурност и стабилност** – за поддръжка на стабилност и равновесие.

# Свойства на системите (2)

- **Самоорганизация** – възможност система да се организира и регулира сама, без външно управление.
- **Еволюция** – възможност за развитие и промяна с времето.
- **Измеримост** – възможност за измерване и анализ на характеристики на системата.
- **Оптимизация** – с цел постигане на най-добри резултати, минимизиране на използваните ресурси и максимизиране на резултатите.
- **Резервни възможности** – дублиращи компоненти, които да се използват при проблеми с основните елементи.
- **Ефективност** – способност за постигане на целите при минимално използване на време, енергия или материали.
- **Комуникативност** – способност за комуникация и обмен на информация с околната среда или други системи.
- **Съвместимост** – способност на система да работи с други системи или компоненти, без конфликти или проблеми и др.

# Управление на системата

- В софтуерните системи не винаги е необходим специализиран управляващ елемент.
  - Често логиката на изпълнение на различни елементи/функционалности е заложена в кода.
- При някои софтуерни системи има специализирани управляващи модули.

# Основни функционалности на управлението

Отнасят се най-вече за човешките организации, но част от тях могат да се използват и в софтуерните системи.

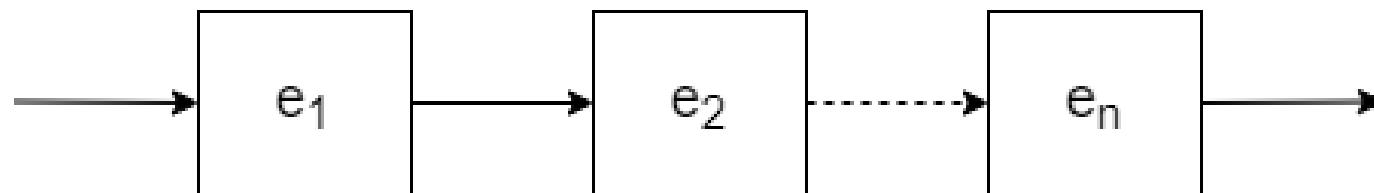
- **Планиране** – съставяне на план с бъдещи действия.
- **Организиране** – осигуряване на ресурсите (елементи), необходими за изпълнение на планираните дейности.
- **Командване** – определяне на конкретните действия и елементи, които да ги изпълняват.
- **Координация** – създаване на структура, подпомагаща постигане на целите.
- **Контролиране** – проверка за изпълнение на планираните дейности.

# Организационни структури на системите, според начина на управление на елементите

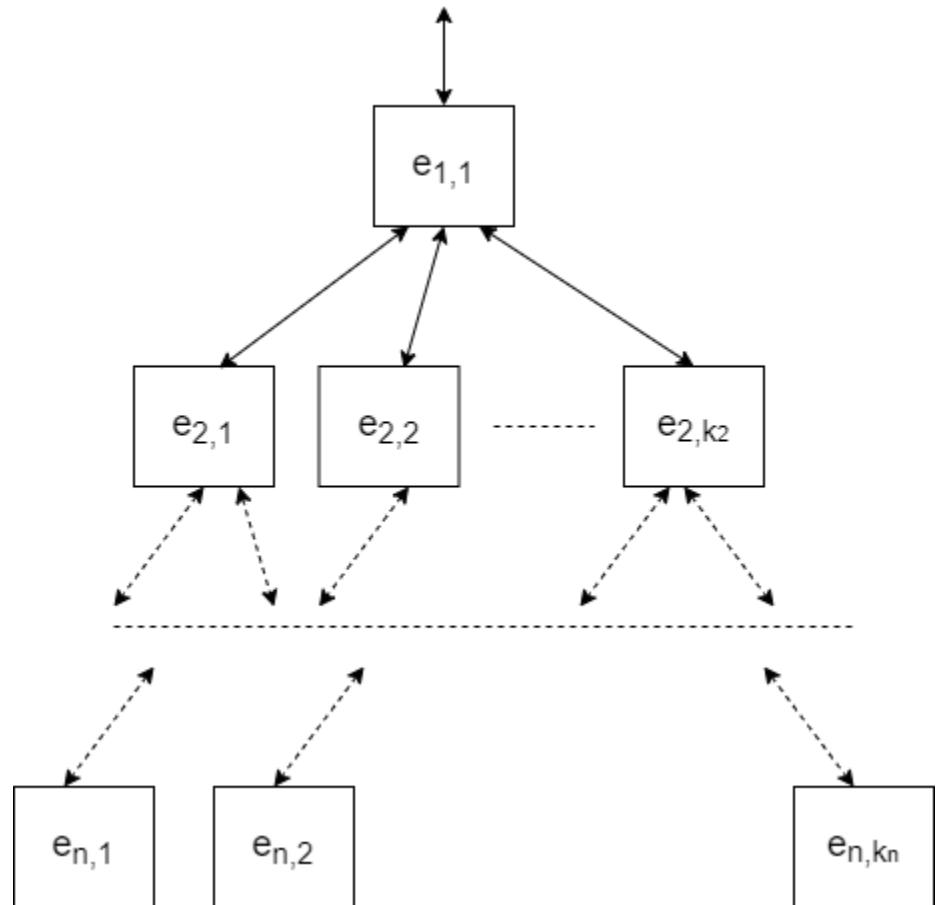
- Структурни модели за организиране на елементите, които определят начина на изпълнение на процесите и дейностите:
  - **Линейна структура;**
  - **Йерархична структура;**
  - **Мрежова структура;**
  - **Матрична/таблична** („матрица“ не в смисъл на шаблон.),  
**екипна, виртуална, хибридни/комбинирани** и др. [9]
- Използват се широко при реализация на компютърни и софтуерни системи, но съществуват и при други видове системи.

# Линейна (функционална) структура

- Всеки елемент изпълнява необходимите дейности по обработка на постъпващите данни и след това предава резултата и управлението на следващ елемент.
- Няма обратна връзка за изпълнените дейности към предходния елемент.

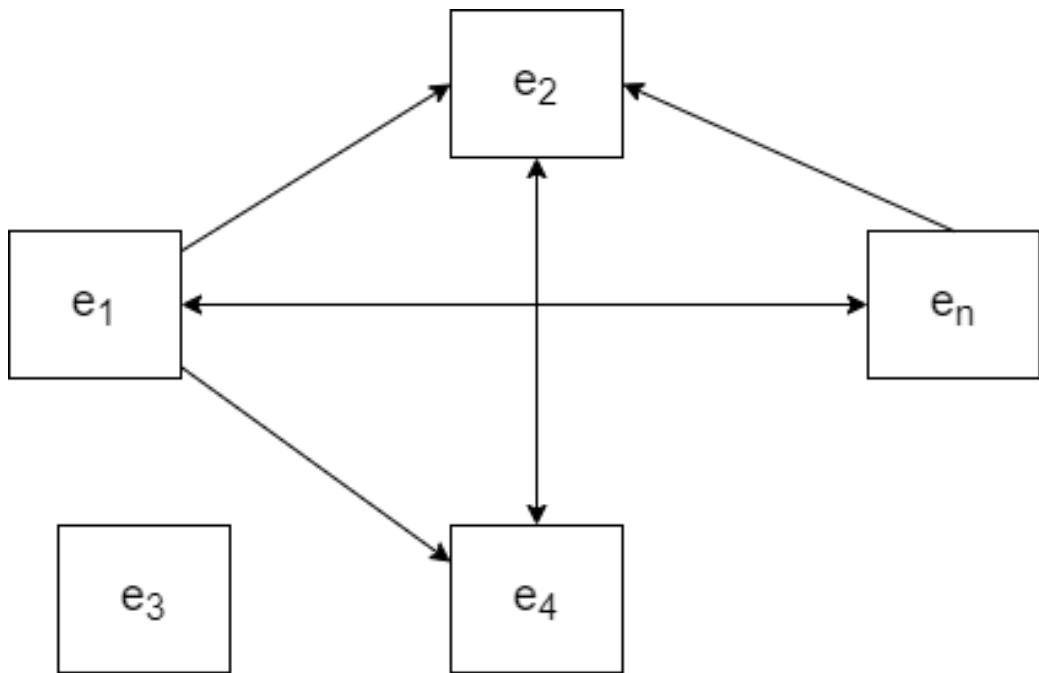


# Йерархична структура



- Всеки управляващ елемент на ниво  $i$ , управлява един или повече елемента на следващо ниво ( $i+1$ );
- (Но) всеки управляван елемент има само един, който го управлява (от по-високо ниво).
- Всеки ръководител разпределя задачи за подчинените му елементите на следващото ниво и очаква обратна връзка за изпълнението.

# Мрежова структура



- (не са означени входни и изходни сигнали; възможно е всеки елемент да е входен)
- Съществуват разнообразни връзки между елементите – еднопосочни, двупосочни, а може и да липсват.
- По време на изпълнение на конкретен процес се създава някаква последователност или иерархичност (на изпълняваните дейности).
  - Някои от елементи може да дават обратна връзка на предходен елемент (в процеса), а други – не.

# Комбинирани структури

- В рамките на една система може да се създават множество различни под-структури от различни типове.
  - Напр. в йерархична структура – вертикални и хоризонтални структури; екипи от различни нива и с различни управленски отговорности в различните екипи;

*За допълнителни организационни структури, за предимствата и недостатъците на всяка от тях, може да прочетете в специализираната литература.*

# Литература

1. Език, езикова система, <https://bg.wikipedia.org/wiki/>
2. Language, <https://en.wikipedia.org/wiki/Language>
3. Bertalanffy, L., General System Theory, 1968 г.  
[https://monoskop.org/images/7/77/Von\\_Bertalanffy\\_Ludwig\\_General\\_System\\_Theory\\_1968.pdf](https://monoskop.org/images/7/77/Von_Bertalanffy_Ludwig_General_System_Theory_1968.pdf)
4. Система, <https://nbu-rechnik.nbu.bg/bg/obsht-spisyk-na-ponqtiq/sistema>
5. Cybernetics, <https://en.wikipedia.org/wiki/Cybernetics>
6. System Theory, Bruce Friedman, Karen Allen,  
[https://www.corwin.com/sites/default/files/upm-binaries/32947\\_Chapter1.pdf](https://www.corwin.com/sites/default/files/upm-binaries/32947_Chapter1.pdf)
7. A Brief Review of Systems Theories and Their Managerial Cristina Mele, Jacqueline Pels, Francesco Polese, (2010) A Brief Review of Systems Theories and Their Managerial Applications. Service Science 2(1-2):126-135. [https://doi.org/10.1287/serv.2.1\\_2.126](https://doi.org/10.1287/serv.2.1_2.126)
8. System theory, [https://en.wikipedia.org/wiki/Systems\\_theory](https://en.wikipedia.org/wiki/Systems_theory)
9. Organizational structure, [https://en.wikipedia.org/wiki/Organizational\\_structure](https://en.wikipedia.org/wiki/Organizational_structure)
10. Management, <https://en.wikipedia.org/wiki/Management>
11. ChatGPT